

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application:

2 0 0 2 年 9 月 2 7 日

Masanao KUNUGI, et al. Q77716
DEVELOPING METHOD AND IMAGE.....
Darryl Mexic
September 26, 2003 202-293-7060
1 of 1

出 願 番 号
Application Number:

特願 2 0 0 2 - 2 8 2 8 0 7

[ST. 10/C]:

[J P 2 0 0 2 - 2 8 2 8 0 7]

願 人
Applicant(s):

セイコーエプソン株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2 0 0 3 年 1 0 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫

出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 4 5 9 7



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Docket No: Q77716

Masanao KUNUGI, et al.

Appln. No.: 10/670,798

Group Art Unit: 1756

Confirmation No.: 4370

Examiner: not yet assigned

Filed: September 26, 2003

For: DEVELOPING METHOD AND IMAGE FORMING METHOD

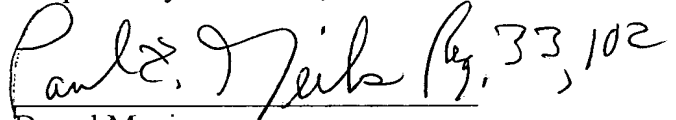
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is one (1) certified copy of the priority document on which a claim to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,

for 
Darryl Mexic
Registration No. 23,063

SUGHRUE MION, PLLC
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE

23373

CUSTOMER NUMBER

Enclosures: Japan 2002-282807

Date: December 29, 2004

【書類名】 特許願

【整理番号】 J0093219

【提出日】 平成14年 9月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03G 13/06

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

 【氏名】 功刀 正尚

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

 【氏名】 北澤 淳憲

【発明者】

 【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

 【氏名】 外山 洋

【特許出願人】

 【識別番号】 000002369

 【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100095452

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 石井 博樹

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 055561

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 0016652
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 現像方法、および画像形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 現像剤担持体に担持された一成分非磁性トナーを、規制部材により押圧規制して帯電させた後、像担持体上に形成された静電潜像に付与してトナー像として可視像化する現像方法において、

前記規制部材により押圧規制された後の一成分非磁性トナーについて、音響緩和セル内の振動場においてレーザードップラー法により個々のトナー粒子の粒径と帯電量を測定した場合に、

前記一成分非磁性トナーの粒径分布の幅 A [μm] と、前記一成分非磁性トナーの帯電量分布の幅 B [fC] との関係を、 B/A が 1 以下となるように制御して現像を行うことを特徴とする、現像方法。

【請求項 2】 請求項 1 において、測定された前記一成分非磁性トナーの粒径分布における最も個数の多い粒径区分の粒径 a [μm] と、帯電量区分毎の粒径分布における最も個数の多い粒径区分の粒径 b [μm] との関係を、 $a > b$ となるように制御して現像を行うことを特徴とする、現像方法。

【請求項 3】 請求項 1 または請求項 2 において、測定された前記一成分非磁性トナーの帯電量分布における逆極性トナーの比率が 5 % 未満となるように制御して現像を行うことを特徴とする、現像方法。

【請求項 4】 請求項 3 において、粒径区分毎の帯電量分布における最も個数の多い帯電量区分のトナー個数が、トナー全体の 10 % 以上となるように制御して現像を行うことを特徴とする、現像方法。

【請求項 5】 請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の現像方法により可視像化された像担持体上のトナー像を転写して画像形成を行うことを特徴とする、画像形成方法。

【請求項 6】 請求項 5 において、転写後の像担持体に残存する廃トナーを清掃するクリーナ機構を持たない画像形成装置を使用することを特徴とする、画像形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、現像方法、および画像形成方法に関し、詳細には、プリンタや複写機等に利用される静電潜像現像方式の画像形成において実施される現像方法、および画像形成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

静電潜像現像方式の画像形成において使用されるトナーの帯電量は、画像形成に大きな影響を与えることが知られている。具体的には、電子写真プロセスにおいてトナーは、トナー粒子1個毎の帯電特性により感光体に付着し、転写体に転写され、これによって画像が形成される。従って、電子写真プロセスでの課題である、カブリ、飛散、転写ちり、経時劣化、環境劣化等の問題の多くは、帯電量を制御しきれないWrongトナーが原因で生じるものと考えられている。この為、従来プロセスではトナーの帯電を如何に均一にするかが大きな課題となっていた。

【0003】

トナーの帯電特性を制御する画像形成方法に関しては、使用する現像トナーの固有電気抵抗値 R が、 $R \geq 1 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{cm}$ を満たし、かつ現像トナーの帯電量 q_t が、 $0.5 [\text{mC}/\text{kg}] \leq |q_t| \leq 40 [\text{mC}/\text{kg}]$ に設定されるクリーナレス画像形成方法が提案されている（特許文献1参照）。しかし、この画像形成方法は、現像トナーの帯電量を固有電気抵抗値との関係で規定しているに過ぎず、個々の粒子の集合体としてのトナーにおける帯電量分布と粒径分布との関係については何ら示唆していない。

【0004】

また、現像方法の別の例として、磁性キャリアとトナーとを含む現像剤の、電界強度 $500 \text{ V}/\text{cm}$ での抵抗値 $R_{500} [\Omega \cdot \text{cm}]$ と電界強度 $2500 \text{ V}/\text{cm}$ での抵抗値 $R_{2500} [\Omega \cdot \text{cm}]$ とから求められる現像剤の電圧依存性の指数 Y と、トナーの電荷量 $Q [\text{femt. C}]$ と粒径 $D [\mu\text{m}]$ とで規定されるトナーの帯電量分布中、 $Q/D < 0.2$ の領域内に入る未帯電トナーの全トナー中に占

める個数割合 X [%] とを、 $Y > (3X / 400) + 1$ を満足するように設定した電子写真用画像現像剤を用いることも提案されている（特許文献 2 参照）。しかし、このトナーは磁性キャリアとトナーを含む二成分系トナーである上、画像滲みの原因となる未帯電トナーの個数割合を所定電界強度における抵抗値との関係で規定しているに過ぎず、個々の粒子の集合体としてのトナーにおける帯電量分布と粒径分布との関係については何ら考慮されていない。

【0005】

【特許文献 1】

特開平 5 - 2 2 8 7 号公報（第 3 頁）

【特許文献 2】

特開平 8 - 1 2 9 2 6 8 号公報（第 2 ～ 第 3 頁）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

従来はトナーの帯電量をその質量を基準にして、トナーの帯電量の総和として捉えていたに過ぎなかったため、トナー個々の帯電量を制御することはできなかった。その結果、依然として帯電量を制御しきれない *Wrong* トナーが存在することになり、カブリ等を引き起こすとともに、転写効率を低下させ画質を損なわせる。また、転写効率の低下は、転写後の感光体に残存する廃トナーを増加させるとともに、これを清掃するクリーナ機構の省略・簡素化（クリーナレス化）を妨げる。このように、これまで提案されてきた現像方法では、画像形成の高画質化、装置の小型化等への対応には限界があった。

【0007】

従って、本発明の課題は、不均一トナーによるカブリ、飛散、転写ちり等の問題を少なくする一方で、転写効率を高め、クリーナレス化、廃トナーの低減を可能にする現像方法、および画像形成方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の第 1 の態様にかかる現像方法の発明は、現像剤担持体に担持された一成分非磁性トナーを、規制部材により押圧規制して負

帯電させた後、像担持体上に形成された静電潜像に付与してトナー像として可視像化する現像方法において、前記規制部材により押圧規制された後の一成分非磁性トナーについて、音響緩和セル内の振動場においてレーザードップラー法により個々のトナー粒子の粒径と帯電量を測定した場合に、前記一成分非磁性トナーの粒径分布の幅 A [μm] と、前記一成分非磁性トナーの帯電量分布の幅 B [fC] との関係を、 B/A が 1 以下となるように制御して現像を行うことを特徴とする。

【0009】

一成分非磁性トナーを規制部材により押圧規制して負帯電させる現像方法においては、あるトナー集合の帯電量分布をそのトナー集合の粒径分布との関係で把握することが重要である。そして、後記実施例に示されるように、帯電量分布と粒径分布との関係で上記 B/A が 1 以下に制御されているとき、トナー性能が良好な状態になり、カブリ、飛散、転写ちり、経時劣化、環境劣化等の問題を解消できることが明らかとなった。この条件を満たすトナーは、トナー粒子 1 個の表面に着目した場合、表面の帯電分布に逆帯電（例えば、負帯電トナー表面におけるプラス帯電部分）の偏在がなく、理想的状態で均一に帯電されているためと考えられる。従って、上記条件を満たす条件で現像を行うことにより、Wrong トナーを極力減らすことが可能になる。

【0010】

本発明の第 2 の態様に係る現像方法は、第 1 の態様において、測定された前記一成分非磁性トナーの粒径分布における最も個数の多い粒径区分の粒径 a [μm] と、帯電量区分毎の粒径分布における最も個数の多い粒径区分の粒径 b [μm] との関係を、 $a > b$ となるように制御して現像を行うことを特徴とする。この特徴によれば、前記 B/A を 1 以下とする制御に加えて、さらに $a > b$ となるように制御することによって、トナー性能をより向上させた状態で現像を行うことができる。

【0011】

本発明の第 3 の態様に係る現像方法は、第 1 の態様または第 2 の態様において、測定された前記一成分非磁性トナーの帯電量分布における逆極性トナーの比率

が 5 % 未満となるように制御して現像を行うことを特徴とする。この特徴によれば、さらに逆極性トナー（例えば、負帯電トナーにおける正帯電トナーを意味する）の比率が 5 % 未満となるように制御することによって、カブリの発生が更に抑制され、トナー性能をいっそう向上させた状態で現像を行うことができる。

【 0 0 1 2 】

本発明の第 4 の態様に係る現像方法は、第 3 の態様において、粒径区分毎の帯電量分布における最も個数の多い帯電量区分のトナー個数が、トナー全体の 1 0 % 以上となるように制御して現像を行うことを特徴とする。この特徴によれば、最も個数の多い帯電量区分のトナー個数が、トナー全体の 1 0 % 以上となるように制御することによって、トナー性能が最適な状態で現像を行うことができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の第 5 の態様に係る画像形成方法の発明は、第 1 の態様から第 4 の態様のいずれかの現像方法により可視像化された像担持体上のトナー像を転写して画像形成を行うことを特徴とする。この特徴によれば、第 1 の態様から第 4 の態様のいずれかの現像方法により W r o n g トナーが極力少なく抑えられた状態で画像形成を行うことが可能なため、カブリ、飛散、転写ちり等の問題を回避できるとともに、転写効率が高まり、廃トナーの削減が可能になる。

【 0 0 1 4 】

本発明の第 6 の態様に係る画像形成方法の発明は、第 5 の態様において、転写後の像担持体に残存する廃トナーを清掃するクリーナ機構を持たない画像形成装置を使用することを特徴とする。前記したように、本発明の画像形成方法では、W r o n g トナーが極力抑えられており、高効率で転写が行われるため、像担持体に残存する廃トナーを清掃するクリーニング工程を省略することが可能である。従って、クリーナ機構を省略したクリーナレスの画像形成装置においても画像形成が可能であり、画像形成装置の小型化・簡素化が実現する。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

本発明の現像方法は、現像剤担持体に担持された一成分非磁性トナーを、規制部材により押圧規制して帯電させた後、像担持体上に形成された静電潜像に付与

してトナー像として可視像化する過程で、前記規制部材により押圧規制された後の一成分非磁性トナーについて、音響緩和セル内の振動場においてレーザードップラー法により個々のトナー粒子速度を測定し、その測定結果に基づき個々の粒径と帯電量を算出した場合に、前記一成分非磁性トナーの粒径分布の幅 A [μm] と、前記一成分非磁性トナーの帯電量分布の幅 B [fC] とを、 B/A が 1 以下となるように制御することにより実施される。

【0016】

本発明の現像方法において使用されるトナーは、一成分非磁性トナーであり、公知のものを使用できる。より具体的には、一成分非磁性トナーに使用される結着樹脂、着色剤、添加剤等の種類や配合量、母粒子の形状、粒径等は、後記するように公知の種々のトナーやトナー材料から適宜選択して設計できる。

【0017】

一成分非磁性トナーの粒径と帯電量は、音響緩和セル内の振動場においてレーザードップラー法により測定される。レーザードップラー法は、レーザー光を移動体に当てたとき、反射して戻ってくる光の振動数が移動体の速度に比例して変化する現象（ドップラー効果）を利用して移動体の速度を計測する既知の方法である。本発明では、このレーザードップラー法を利用して、音響場における粒子の速度、あるいは気体の運動に対する粒子運動の位相遅れ角を測定することにより、粒子の空力学径（粒子と同じ沈降速度を持つ単位密度の球の直径）と帯電量を求める。このレーザードップラー法による粒径と帯電量の測定は、市販の測定機器を利用して行うことが可能である。好ましい測定機器の例としては、イースパートアナライザ（登録商標）model EST-3 型（ホソカワミクロン社製）を挙げることができる。このイースパートアナライザを使用した計測では、極性を互いに逆にした 2 枚の電極間に試料となるトナー粒子を落下させる。帯電したトナー粒子は電極の電界作用により電極へ向けて移動するが、この電極を音響振動させることにより粒子も振動しながら電極へ引き寄せられる。このときの電極への移動と振動を同時にレーザードップラー法で測定して、粒径と帯電量を算出するものである。

【0018】

すなわち、測定機の入口から流入したトナー粒子は、音響により空気振動を受け、粒子の慣性による位相遅れを伴って振動する。大きい粒子ほど位相遅れが大きくなるので、この位相遅れから粒径を測定できる。また、電極への移動速度と粒径から粒子の持つ帯電量が計算できる。

【0019】

このイースパートアナライザによりトナー粒子の測定を行う場合は、測定の条件、操作等により結果が変動する可能性があるため、後記実施例に示すように条件や操作を固定して測定を行うことが好ましい。

【0020】

本発明の現像方法では、前記測定方法によって測定された一成分非磁性トナーの粒径分布の幅を A [μm]、前記一成分非磁性トナーの帯電量分布の幅を B [fC] としたとき、 B/A が 1 以下となるように制御する。

すなわち、帯電量分布幅 B に対して粒径分布幅 A が同じか、大きくなるようにする。前記 $B/A \leq 1$ の条件を満たす場合には、1つ1つのトナー粒子表面において均一な帯電状態をとるものと推測される。よって、トナー粒子の集合としての帯電量 [(帯電量の総和/トナー集合の質量) として把握される] を制御していた従来の方法よりも高精度な制御が可能になり、カブリ、飛散、転写ちり等の問題を解消できる。

【0021】

なお、本発明において、「粒径分布」および「帯電量分布」は、前記一成分非磁性トナーの総個数に対する割合として所定以上の数のトナー粒子を含む粒径区分および帯電量区分のデータ内で評価する。これは、多数のトナー粒子の全てを完全に制御することは不可能であり、集合中には不可避免的に制御不能なトナー粒子が含まれることから、かかる制御不能なトナー粒子の帯電特性を考慮せずに粒径分布と帯電量分布を把握することが適切であるとの理由による。従って、本発明では、 $0.5\mu\text{m}$ 毎の粒径区分と 0.5fC 毎の帯電量区分とにより区画される粒径-帯電量区分 (表1等参照) の中で、総トナー数に対して 1% 以上の個数を有する区分を対象として「粒径分布」および「帯電量分布」を決定している。

【0022】

また、前記 $B/A \leq 1$ の条件に加えて、一成分非磁性トナーの粒径分布における最も個数の多い粒径区分の粒径 a [μm] と、帯電量区分毎の粒径分布における最も個数の多い粒径区分の粒径 b [μm] との関係を、 $a > b$ となるように制御することが好ましい。帯電トナーが、前記 $B/A \leq 1$ の条件に加えてさらに $a > b$ の条件を満たす場合には、トナー性能がより向上する。ここで、粒径区分と帯電量区分は、前記と同様に $0.5 \mu\text{m}$ 毎の粒径区分と 0.5 fC 毎の帯電量区分とにより区画される粒径-帯電量区分（表 1 等参照）に基づいている。

【0023】

さらに、測定された一成分非磁性トナー（つまり、規制部材により押圧規制された後）の帯電量分布における逆極性トナーの比率が 5% 未満となるように制御することがより好ましい。逆極性トナーの比率を 5% 未満とすることによって廃トナーを極力抑えることが可能になり、画像形成装置におけるクリーナレス化が実現しやすくなる。

【0024】

またさらに、粒径区分毎の帯電量分布における最も個数の多い帯電量区分のトナー個数が、トナー全体の 10% 以上となるように制御して現像を行うことが好ましい。これにより、トナー性能を最適な状態にして現像を行うことができる。

【0025】

本発明方法においては、通常トナー設計や現像装置の設計において考慮される諸要素を調整することにより、規制部材により押圧規制された後の一成分非磁性トナーの帯電量分布と粒径分布が上記関係を満たすように制御することができる。例えば、トナー設計要素としては、①トナー母粒子の種類、樹脂組成、形状など；②外添剤の種類や量などが挙げられる。また、現像装置設計要素としては、③現像剤担持体としての現像ローラの表面材質や表面硬度など；④規制部材としての規制ブレードの材質や規制条件（押圧力など）、規制ブレード通過時のトナー搬送量等が挙げられる。ただし、上記①～④に例示した要素のいずれかを以って一義的に前記 $B/A \leq 1$ の関係を決定することは通常困難である。つまり、一の要素を特定しても他の要素との関係で条件が変動し、前記 $B/A \leq 1$ の関係を実現できない場合がある。従って、各要素をどのように設定すればよいかは、個

別に実験的に定めることが好ましく、その際、後記実施例に記載した条件が参考になる。

【0026】

以下に、一成分非磁性トナーの粒径分布と帯電量分布を制御するための要素の中で代表的なものを例示する。本発明方法では、以下に述べる要素から選択して粒径分布と帯電量分布を制御することができるが、これらに限定する主旨ではなく、他の要素を調整することによっても制御が可能である。

【0027】

<トナー母粒子>

トナー母粒子の結着樹脂の種類、特に樹脂中の極性官能基は、トナー母粒子の帯電特性に影響を与える。結着樹脂としては、例えば、ポリエステル樹脂、スチレンーアクリル系共重合体、ポリスチレン、ポリー α -メチルスチレン、クロロポリスチレン、スチレンークロロスチレン共重合体、スチレンープロピレン共重合体、スチレンーブタジエン共重合体、スチレンー塩化ビニル共重合体、スチレンー酢酸ビニル共重合体、エポキシ樹脂、ウレタン変成エポキシ樹脂、シリコーン変成エポキシ樹脂、塩化ビニル樹脂、ロジン変成マレイン酸樹脂、フェニール樹脂、ポリエチレン、ポリプロピレン、アイオノマー樹脂、シリコーン樹脂、ケトン樹脂、エチレンーエチルアクリレート共重合体、キシレン樹脂、ポリビニルブチラール樹脂、テルペン樹脂、フェノール樹脂、ウレタン／ウレア樹脂、脂肪族又は脂環族炭化水素樹脂等を挙げることができる。本発明方法では、これらに代表される既知の結着樹脂の1種または2種以上を選択して使用できる。

【0028】

トナー母粒子の形状としては、球形で均一な表面構造に近い方が好ましく、個々の母粒子間で大きさや形状のばらつきが少ないことが好ましい。トナー母粒子の円形度（球状化係数）は、0.91以上とすることが好ましく、転写効率を向上させることができるが、逆極性トナーを生じさせないためには、円形度が0.95以上になるように調節することが好ましい。

【0029】

トナー母粒子は、粉碎法や重合法により製造できる。粉碎法トナーは、結着樹

脂に顔料、離型剤、荷電制御剤をヘンシェルミキサーで均一に混合した後、2軸押出し機で熔融、混練し、冷却後に粗粉碎－微粉碎工程を経て、分級処理し、更に流動性改良剤を加えて作られる。粉碎法トナーの円形度を調節するためには、球形化処理を行うとよい。粉碎工程で、比較的丸い球状に粉碎可能な装置、例えば機械的粉碎機として知られるターボミル（川崎重工株式会社製）を使用すれば、円形度が0.93まで可能となり、更に粉碎したトナーを市販の熱風球形化装置「サーフージングシステムSFS-3型」（日本ニューマチック工業株式会社製）を使用すれば円形度が1.00まで可能となる。

【0030】

また、重合法トナーを作成する方法としては、懸濁重合法、乳化重合法等が挙げられる。懸濁重合法では、重合性単量体、着色顔料及び離型剤を必要により加え、更に、染料、重合開始剤、架橋剤、荷電制御剤、その他の添加剤を添加した混合物を溶解または分散させた単量体組成物を、懸濁安定剤（水溶性高分子、難水溶性無機物質）を含む水相中に攪拌しながら添加して造粒し、重合させて所望の粒子サイズの着色重合トナー粒子を形成することができる。

【0031】

重合法トナーの円形度の調節は、乳化重合法では、2次粒子の凝集過程で温度と時間とを制御することで円形度を自由に変えることが可能であり、その範囲は0.94～1.00である。一方、懸濁重合法では、真球のトナーが可能であるため、円形度は0.98～1.00の範囲となる。また円形度を調節するためにトナーのガラス転移温度 T_g 以上で加熱変形させることで、円形度を0.94～0.98まで自由に調節することが可能となる。

【0032】

また、粉碎法トナー、重合法トナーのいずれにおいても、ガラス転移温度は、50～100℃、好ましくは55～90℃の範囲で、また、フロー軟化温度は70～140℃、好ましくは75～130℃の範囲で設定することができる。

【0033】

トナー母粒子には、結着樹脂のほかに、公知の着色剤や荷電制御剤を加えることができる。荷電制御剤としては、摩擦帯電により正または負の荷電を与え得る

ものであれば、特に限定されず有機あるいは無機の各種のものを用いることができる。

【0034】

正荷電制御剤としては、例えば、ニグロシンベース EX、第4級アンモニウム塩 P-51、ニグロシン ボントロン N-01（以上、商品名：オリエント化学工業社製）、スーダンチーフシュバルツ BB（ソルベントブラック 3：C. I. No. 26150）、フェットシュバルツ HBN（C. I. No. 26150）、ブリリアントスピリッツシュバルツ TN（商品名：ファルベン・ファブリッケン・バイヤ社製）、ザボンシュバルツ X（商品名：ファルベルケ・ヘキスト社製）、さらにアルコキシ化アミン、アルキルアミド、モリブデン酸キレート顔料などが挙げられる。

【0035】

また、負荷電制御剤としては、例えば、オイルブラック（C. I. No. 26150）、オイルブラック BY（商品名：オリエント化学工業社製）、ボントロン S-22（商品名：オリエント化学工業社製）、サリチル酸金属錯体 E-81（商品名：オリエント化学工業社製）、チオインジゴ系顔料、銅フタロシアニンのスルホニルアミン誘導体、スピロンブラック TRH（商品名：保土谷化学工業社製）、ボントロン S-34（商品名：オリエント化学工業社製）、ニグロシン S0（商品名：オリエント化学工業社製）、セレスシュバルツ（R）G（商品名：ファルベン・ファブリッケン・バイヤ社製）、クロモーゲンシュバルツ ET00（C. I. No. 14645）、アゾオイルブラック（R）（商品名：ナショナル・アニリン社製）などが挙げられる。これらの荷電制御剤は、単独であるいは複数種組合せて使用することができるが、結着樹脂に添加する荷電制御剤の添加量は、結着樹脂 100 重量部に対して 0.001～5 重量部（好ましくは 0.001～3 重量部の範囲）で調節できる。

【0036】

<外添剤>

外添剤も、トナーの帯電特性を制御する上で重要な要素である。外添剤としては、有機系微粉末または無機系微粉末を用いることができる。有機系微粉末とし

では、例えばフッ素系樹脂粉末（すなわちフッ化ビリニデン微粉末、ポリテトラフルオロエチレン微粉末など）や、アクリル樹脂系微粉末、脂肪酸金属塩（すなわちステアリン酸亜鉛、ステアリン酸カルシウム、ステアリン酸鉛など）等を挙げることができる。また、無機系微粉末としては、例えば、金属酸化物（すなわち酸化鉄、酸化アルミニウム、酸化チタン、酸化亜鉛など）、微粉末シリカ（すなわち、湿式製法シリカや乾式製法シリカなど）、これらのシリカにシランカップリング剤、チタンカップリング剤、シリコンオイルなどにより表面処理を施した表面処理シリカなどが挙げられる。これらは1種あるいは2種以上を混合して用いることができる。

【0037】

<現像ローラ>

現像ローラとしては、例えば直径16～24mm程度の金属製パイプの表面をめっきやブラスト処理したローラ、あるいは中心軸周面にNBR、SBR、EPDM、ウレタンゴム、シリコンゴム等からなる体積抵抗値 $10^4 \sim 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 、硬度が40～70°（アスカーA硬度）の導電性弾性体層が形成されたものが使用できる。現像ローラには、パイプのシャフトや中心軸を介して現像バイアス電圧が印加できるように構成される。現像ローラの材質や処理方法、弾性体層の体積抵抗値、硬度などを選択することにより、トナー粒子の帯電量を調整できる。

【0038】

<規制ブレード、規制条件等>

規制ブレードとしては、例えばSUS、リン青銅、ゴム板、金属薄板にゴムチップを貼り合わせたもの等を使用することができる。トナー接触面における仕事関数としては、4.8～5.4 eVとすることが好ましく、トナー表面の仕事関数より小さくすることが好ましい。

【0039】

規制条件としての押圧力としては、他の条件にもよるが、薄層規制を行うように設定することが好ましい。すなわち、規制状態において現像ローラ表面でトナーがほぼ1層となる程度の押圧力で規制する薄層規制により、一成分非磁性トナ

一粒子一つ一つを均一に帯電させることが可能になり、帯電量を制御し易くなる。従って、規制ブレードは、現像剤担持体としての現像ローラにスプリング等の付勢手段により、あるいは弾性体としての反発力を利用して線圧 $25 \sim 50 \text{ gf/cm}$ で押圧することが好ましい。

【0040】

規制ブレード通過時のトナー搬送量としては、他の条件にもよるが、 $0.2 \text{ mg/cm}^2 \sim 0.4 \text{ mg/cm}^2$ 程度に設定することが好ましい。トナー搬送量は、トナー粒子の粒径に応じて選択することが好ましく、例えば、トナー粒径が $5 \mu\text{m}$ のときは 0.25 mg/cm^2 程度、トナー粒径が $7 \mu\text{m}$ のときは 0.35 mg/cm^2 程度の搬送量に調節することが好ましい。

【0041】

以上のように各種の要素を調整することによって、前記 $B/A \leq 1$ の条件を満たすように制御することが可能になる。また、前記 $a > b$ であるとの条件、前記逆極性トナーが 5% 未満であるとの条件、および、最も個数の多い帯電量区分のトナー個数がトナー全体の 10% 以上との条件についても、同様にして上記各要素を調整することにより達成できる。

【0042】

以下、図面に基づき本発明の現像方法および画像形成方法に使用可能な現像装置および画像形成装置について説明する。本発明の現像方法は、接触式現像方式、あるいは非接触式現像方式のいずれの場合でも実施することができる。まず、非接触式現像方式を採用した現像装置・画像形成装置について説明する。

【0043】

図 1 は、タンデムタイプの画像形成装置 1 の全体構成を示す模式的な断面図である。この画像形成装置 1 は、ハウジング 3 と、ハウジング 3 の上部に形成された排紙トレイ 5 と、ハウジング前面に開閉可能に設けられた扉体 7 とを備え、ハウジング 3 内には、露光ユニット 9、画像形成ユニット 11、送風ファン 13、転写ベルトユニット 15 及び給紙ユニット 17 が設けられ、扉体 7 内には用紙搬送ユニット 19 が設けられている。なお、この画像形成装置 1 は、感光ドラム 23 上の廃トナー（未転写トナー）を除去するためのクリーナ機構を備えていない。

、いわゆるクリーナレスの画像形成装置である。

【0044】

画像形成ユニット11は、異なる色のトナーを収納する4つの現像装置をセットすることができる4つの画像形成ステーション21を備える。4つの画像形成ステーション21は、イエロー、マゼンタ、シアン及びブラックの各現像装置用であり、これらを図中、符号21Y、21M、21C及び21Kで区別している。各画像形成ステーション21Y、21M、21C及び21Kには、像担持体としての感光ドラム23と、感光ドラム23の周囲に設けられた、コロナ帯電手段25と、本発明の現像装置100とが配設されている。

【0045】

転写ベルトユニット15は、図示しない駆動源に回転駆動される駆動ローラ27と、駆動ローラ27の斜め上方に設けられる従動ローラ29と、テンションローラ31と、これら各ローラ間に張架され、図1において反時計方向へ循環駆動される中間転写ベルト33と、中間転写ベルト33の表面に当接するクリーニング手段34とを備えている。

【0046】

感光ドラム23は、アーチ状のラインに沿ってベルト面35に圧接され、図1中、矢印で示す方向に回転駆動される。テンションローラ31の位置を調節することにより、中間転写ベルト33の張力、アーチの曲率等を制御することができる。

【0047】

駆動ローラ27は、2次転写ローラ39のバックアップローラを兼ねている。また駆動ローラ27の周面には、例えば厚さ3mm程度、体積抵抗率 $10^5 \Omega \cdot \text{cm}$ 以下のゴム層が形成されており、金属製の軸を介して接地することにより、2次転写ローラ39を介して供給される2次転写バイアスの導電経路を構成している。また駆動ローラ27の径は従動ローラ29及びテンションローラ31の径より小さく、これにより2次転写後の記録紙が記録紙自身の弾性力で剥離し易くすることができる。従動ローラ29はクリーニング手段34のバックアップローラとしても機能している。

【0048】

クリーニング手段 34 は、搬送方向下向きのベルト面 35 側に設けられ、2 次転写後に中間転写ベルト 33 の表面に残留しているトナーを除去するクリーニングブレード 41 と、回収したトナーを搬送するトナー搬送経路 42 とを備えている。クリーニングブレード 41 は、従動ローラ 29 に中間転写ベルト 33 が巻回している箇所に当接している。また中間転写ベルト 33 の裏面には、各画像形成ステーション 21Y、21M、21C 及び 21K の感光ドラム 23 に対向する位置に 1 次転写部材 43 が当接し、1 次転写部材 43 には転写バイアスが印加されるようになっている。

【0049】

露光ユニット 9 は、画像形成ユニット 11 の斜め下方の空間に設けられており、その斜め上方には送風ファン 13 が設けられている。露光ユニット 9 の下方には給紙ユニット 17 が設けられている。露光ユニット 9 は、底部にポリゴンミラーモータ 45 及びポリゴンミラー 47 からなるスキャナ手段 49 を垂直に配設している。また光路 B には、単一の $f-\theta$ レンズ 51 及び反射ミラー 53 が設けられ、反射ミラー 53 の上方には各色の走査光路が感光ドラム 23 にそれぞれ非平行となって折り返すように複数の折り返しミラー 55 が設けられている。

【0050】

露光ユニット 9 では、ポリゴンミラー 47 から各色に対応した画像信号が、共通のデータクロック周波数に基づいて変調形成されたレーザビームで射出され、 $f-\theta$ レンズ 51、反射ミラー 53、折り返しミラー 55 を経て、各画像形成ステーション 21Y、21M、21C 及び 21K の感光ドラム 23 に照射され、潜像が形成される。

【0051】

送風ファン 13 は、冷却手段として機能し、このものは図 1 の矢印の方向へ空気を導き、露光ユニット 9 やその他の発熱部からの熱を放出する機能を果たす。

【0052】

給紙ユニット 17 は、記録媒体 P が積層されている給紙カセット 57 と、給紙カセット 57 から記録媒体 P を 1 枚ずつ給送するピックアップローラ 59 とを備

えている。用紙搬送ユニット 19 は、2 次転写部への記録媒体 P の給紙タイミングを規定するゲートローラ対 61 と、駆動ローラ 27 及び中間転写ベルト 33 に圧接される 2 次転写ローラ 39 と、定着手段 63 と、排紙ローラ対 65 と、両面プリント用搬送路 67 とを備えている。

【0053】

定着手段 63 は、少なくとも一方にハロゲンヒータ等の発熱体を内蔵した回転自在な定着ローラ対 69 と、定着ローラ対 69 の少なくとも一方側のローラを他方側へ押圧付勢してシート材に 2 次転写された 2 次画像を記録媒体 P に押圧する押圧手段とを有し、記録媒体に 2 次転写された 2 次画像は、定着ローラ対 69 の形成するニップ部において所定温度で記録媒体に定着される。

【0054】

以上が本発明方法に使用可能なタンデムタイプの画像形成装置 1 の概略の構成であり、現像装置 100 は、各画像形成ステーション 21Y、21M、21C 及び 21K にセットして使用する。なお図 1 中では、現像装置のトナーの色に対応して、各画像形成ステーションと同様に各色の現像装置に 100Y、100M、100C 及び 100K の符号を各々付して区別してある。これら現像装置の構成は基本的に同じであるので、以下一般的な現像装置 100 の構成について図 2 を参照しながら説明する。

【0055】

図 2 は現像装置 100 の断面図である。現像装置 100 は、内部にほぼ円筒状のトナー収容部 101 が形成されたハウジング 103 を備え、ハウジング 103 に対して供給ローラ 105 および現像ローラ 107 が設けられている。図 1 に示す如く、現像装置 100 が画像形成ステーションにセットされた状態では、現像ローラ 107 は感光ドラム 23 に対して僅かな間隔（例えば $100 \sim 300 \mu\text{m}$ ）を開けて隣接しており、感光ドラム 23 の回転方向（図中の矢印参照）と反対方向へ回転駆動しながら、現像ローラ 107 の周面に供給されたトナーで感光ドラム 23 上に形成された潜像を現像する機能を有する。このような現像作用は、現像ローラ 107 に現像バイアス電源（図示しない）から直流電圧に交流電圧が重畳された現像バイアスを印加させて、現像ローラと感光ドラムとの間に振動電

圧を作用させ、感光ドラム 23 に形成された静電潜像部分に現像ローラ 107 からトナーが供給されることにより行われる。

【0056】

供給ローラ 105 は、表面がウレタンスポンジで形成されており、供給ローラ 105 の周面が現像ローラ 107 に接触した状態で現像ローラ 107 と同方向（図 2 では反時計回り方向）に回転可能である。供給ローラ 105 にも現像ローラ 107 に印加される現像バイアス電圧と同等の電圧が印加されるようになっている。

【0057】

現像ローラ 107 には、規制ブレード 109 が、板バネ部材 111 及びその下側に設けられる弾性部材 112 の作用により、常時現像ローラ 107 の周面の長手方向に亘って均一となるように圧接されており、現像ローラ 107 の周面に付着したトナーのうち余分な分を掻き落として、一定量のトナーが現像ローラ 107 の周面に担持されるようにしている。また規制ブレード 109 は、トナー 113 を適切に帯電させる機能をも有する。従って、この規制ブレード 109 による押圧力や、現像ローラ 107 および規制ブレード 109 の材質を変えることによって、帯電量の制御が可能になる。

【0058】

掻き落とされたトナーは、自然落下してトナー収容部 101 内のトナー 113 に混入されるが、この点については後で詳述する。また現像ローラ 107 周面の上側には、ハウジング 103 に一端が固定されているシール部材 115 の他端側が圧接しており、これによりハウジング 103 内のトナー 113 が外部へ飛散することを防止している。

【0059】

トナー収容部 101 内には、回転軸 117 を中心として図 2 の時計回り方向に回転するアジテータ 119 が設けられている。アジテータ 119 は、回転軸 117 を中心に互いに反対方向へ延びる 2 つのアーム部材 121 を備え、各アーム部材 121 はトナー収容部 101 の断面の円の直径よりも若干短い寸法に設定されている。各アーム部材 121 の先端からはアジテータ 119 の回転方向と反対方

向へ攪拌フィン 123 が延びている。攪拌フィン 123 は、可撓性を有するシート部材から構成されており、その先端側は可撓性に起因する弾性力により円筒状のトナー収容部 101 の内周面に圧接している。このような構成によりアジテータ 119 が回転するとき、トナー収容部 101 の内周面と攪拌フィン 123 との間の領域 125 に存在するトナー 113 を攪拌フィン 123 で掻き上げるようにして、後述するトナーガイド部材上に搬送することができる。

【0060】

トナー収容部 101 内に収容されるトナー 113 の上面 114 は、規制ブレード 109 が現像ローラ 107 の周面に当接している箇所 127 よりも低い位置となるように設定されている。これはトナー量が規制ブレード 109 を埋没させる程多いと、規制ブレード 109 によって掻き落とされたトナーが当該規制ブレードの近くに存在することになる結果、トナー収容部 101 内へ戻される循環経路が阻害され、また規制ブレード 109 が現像ローラ 107 から余分なトナーを掻き落として現像領域に搬送するトナー量を規制する機能およびトナーを適切に帯電させる機能が阻害されるからである。

【0061】

現像装置 100 では、トナー収容部 101 内に収容されるトナー 113 の上面 114 の位置は、規制ブレード 109 の下端より下方であって、板バネ部材 111 と弾性部材 112 との交点 128 の位置を上限として設定されている。トナー収容部 101 内のトナー 113 の上面 114 の位置が、前記交点 128 より上にまでくると板バネ部材 111 の動きを拘束する虞があり、これにより適正な規制圧が得られなくなる場合がある。その結果として、「一定量のトナーを現像ローラ 107 の周面に担持させる機能」や「トナーを適正に帯電させる機能」が阻害される虞がある。しかし、上記の如く、トナー 113 の上面 114 位置の上限を前記交点 128 の位置とすることにより、前記各機能が阻害されることがなくなる。このように、現像装置 100（特に規制ブレード 109 周辺）の構造的調整によっても、所望の粒径分布と帯電量分布を持つトナーを送出することが可能になる。

【0062】

規制ブレード 109 が現像ローラ 107 の周面に当接している箇所 127 と、トナー収容部 101 内に収容されるトナー 113 の上面 114 との間には、トナー 113 の安息角以上の傾斜角度でトナーの上面 114 側へ斜めに傾斜しているトナー案内面 129 がハウジング 103 の一部として形成されている。トナー案内面 129 は、規制ブレード 109 によって現像ローラ 107 の周面から掻き落とされたトナー 113 をトナー収容部 101 側へ案内する機能を有する。

【0063】

規制ブレード 109 が現像ローラ 107 の周面に当接している箇所 127 の下方には、規制ブレード 109 によって現像ローラ 107 の周面から掻き落とされたトナー 113 がトナー収容部 101 へ導かれるためのトナー案内空間部 131 が形成されている。

【0064】

トナー収容部 101 の上方にはトナーガイド部材 133 が設けられている。トナーガイド部材 133 は、供給ローラ 105 から離れた側の端部 134 に設けられ、攪拌フィン 123 によって搬送されたトナー 113 を掻き取るための鋭角的に形成されたスクレーパ 135 と、該スクレーパ 135 よりも供給ローラ 105 側において上面側がトナー 113 の安息角以上の角度で傾斜し且つ平面的に形成された平坦搬送部 137 と、該平坦搬送部 137 の下流側に形成され、上面側が凹曲面を形成するように湾曲している湾曲部 141 と、該湾曲部 141 より下流側において供給ローラ 105 の周面に設定された適切な線圧で接触している当接部 143 とを備えて成る。前記平坦搬送部 137、前記湾曲部 141 および前記当接部 143 を含むトナーガイド部材 133 の表面粗さは、トナー平均粒径未満に形成されている。

【0065】

また、上記の当接部 143 の存在により、供給ローラ 105 の下面側に付着しているトナー 113 が重力により落下し、現像ローラ 107 へ供給できるトナーの量が減少することによる画像濃度低下を防止することができる。また湾曲部 141 と供給ローラ 105 の周面との間には、断面が楔形に狭まるようなトナーの一時貯留部 139 が形成されている。

【0066】

このような形状を有するトナーガイド部材133では、攪拌フィン123によって搬送されたトナー113をスクレーパ135で掻き取った後、トナー113は平坦搬送部137に沿って、その幅方向に亘って及びその傾斜方向の任意の地点において均一の速度で重力落下してゆき、一旦トナーの一時貯留部139に貯留される。楔形に狭まるトナーの一時貯留部139では、トナー113が狭い領域に進行していくのに伴い、供給ローラ105の周面に対する圧接力が徐々に増加するため、供給ローラ105の周面にトナー113が押し付けられて、該周面にトナー113が担持され易くなる。尚、トナー113が当接部143を越えて押し出された場合には、トナー案内空間部131を落下して、直接にまたはトナー案内面129に案内されてトナー収容部101に戻される。

【0067】

次に、画像形成装置1、現像装置100における画像形成について説明する。

画像形成は、以下のように行われる。

すなわち、図示しないコンピュータ等から画像形成信号が入力されると、感光ドラム23、画像形成ステーション21Y、21M、21C、21Kの各現像ローラ107および中間転写ベルト33が回転駆動される。次に、感光ドラム23の外周面がコロナ帯電手段25によって一様に帯電され、その外周面に露光ユニット9によって第1色目の画像情報に応じた選択的な露光がなされ、例えばイエローの静電潜像が形成される。トナー収容部101では、アジテータ119の回転作用により、トナー収容部101の内周面と攪拌フィン123との間の領域125に存在するトナー113が攪拌フィン123で掻き上げられる。掻き上げられたトナー113はスクレーパ135によって掻き取られ、平坦搬送部137を滑るように落下してトナー貯留部139に至る。トナー貯留部139に溜まったトナー113は、順次供給ローラ105の周面に担持され、その後このトナーが現像ローラ107側に移行して、余分なトナーは規制ブレード109によって掻き取られると共に、現像ローラ107に担持されているトナーは規制ブレード109によって帯電され、該トナーが感光ドラム23上に形成された静電潜像を現像する。このとき感光ドラム23には画像形成ステーション21Yの現像ローラ

107からトナーが付与され、これによってイエローの静電潜像のトナー像が感光ドラム23上に形成される。さらに、このトナー像がトナーの帯電極性とは逆極性の一時転写電圧が印加された中間転写ベルト33上に転写された後、感光ドラム23の外周面は徐電手段により徐電される。

【0068】

同様の動作が画像形成信号の第2色目、第3色目、第4色目に対応して感光ドラム23と中間転写ベルト33の1回転による潜像形成、現像が繰返され、画像形成信号の内容に応じた4色のトナー像が中間転写ベルト33上において重ね合わされて転写される。そして、このフルカラー画像がさらに記録媒体上に転写される。

【0069】

次に、接触現像方式を採用した現像装置を備えたフルカラー画像形成装置200の例を図3に基づき説明する。このフルカラー画像形成装置200は、感光ドラム23の周囲に、その回転方向に沿って静電潜像を現像するためのイエロー用Y、シアン用C、マゼンタ用M、ブラック用Kの4色の現像装置からなる現像装置ユニット221Y、221C、221M、221Kが配置される。図3中、符号107は現像ローラ、符号109は規制ブレード、符号233はハウジング、符号236はブレード支持部材、符号237はブレード押圧ばね、符号238は現像カバー、符号239は攪拌軸をそれぞれ示す。また、ここでは図示しないが、図1と同様に帯電手段としての帯電ローラ、感光ドラム23上に静電潜像を形成するための露光ユニット、感光ドラム23上に形成されたトナー像を中間転写ベルト上に転写するための中間転写装置が配置される。また、この画像形成装置200は、図1の画像形成装置1とは異なり、感光ドラム23上に残留するトナーを除去するためのクリーニング装置（図示せず）を備えている。

【0070】

感光ドラム23は、薄肉円筒筒状の導電性基材とその表面に形成された感光層とを有し、図示しない駆動手段によって回転駆動される。現像装置ユニット221Y、221C、221M、221Kは、それぞれ感光ドラム23に対して揺動可能に配設され、感光ドラム23の1回転毎に一つの現像装置の現像ローラ10

7のみが感光ドラム23に当接可能に構成されている。

【0071】

画像形成は、図示しないコンピュータ等から画像形成信号が入力されると、感光ドラム23、現像装置ユニット221Y、221C、221M、221Kの各現像ローラおよび中間転写ベルトが回転駆動される。まず、感光ドラム23の外周面が帯電ローラによって一様に帯電され、その外周面に露光ユニットによって第1色目の画像情報に応じた選択的な露光がなされ、例えばイエローの静電潜像が形成される。このとき感光ドラム23にはイエロー用現像装置ユニット221Yの現像ローラ107のみが接触し、これによってイエローの静電潜像のトナー像が感光ドラム23上に形成される。このトナー像がトナーの帯電極性とは逆極性の一時転写電圧が印加された中間転写ベルト上に転写され、感光ドラム23上に残留しているトナーはクリーニング装置によって除去された後、感光ドラム23の外周面は徐電手段により徐電される。

【0072】

同様の動作が画像形成信号の第2色目、第3色目、第4色目に対応して感光ドラム23と中間転写ベルトの1回転による潜像形成、現像が繰返され、画像形成信号の内容に応じた4色のトナー像が中間転写ベルト上において重ね合わされて転写される。そして、このフルカラー画像がさらに記録媒体上に転写される。

【0073】

以上述べた図3の接触式現像方式を採用した画像形成装置200においても図1の画像形成装置1の場合と同様に規制ブレード109等の構成を調節することで現像装置の側から構造的に帯電量等を制御することができる。

【0074】

【作用】

本発明者は、一成分非磁性トナーの帯電特性について鋭意検討を行った結果、あるトナー集合の帯電量分布をそのトナー集合の粒径分布との関係で把握することが重要であり、帯電量分布が粒径分布との関係で一定の条件を満たすときにトナー表面での帯電が均一になっているとの知見を得た。

【0075】

すなわち、本発明方法では、 $B/A \leq 1$ の関係を満たすように制御することが必要である。この条件の下で、良好な画像形成が可能になる理由は未だ解明されていないが、上記条件を満たす場合は、トナー粒子一個の表面に着目した場合、表面の帯電分布に逆帯電（例えば、負帯電トナー表面におけるプラス帯電部分）の偏在がない均一な理想的帯電が行われるものと推測される。その結果、カブリ、飛散、転写チリ等の不均一トナーによる画像欠陥等の問題を極力少なくすることができる。

【0076】

また、均一に帯電したトナーが大部分を占めるため、転写効率も 100% 近くになり、クリーナレス、廃トナーの少ないプロセスの実現可能性が高まる。よって、従来のプロセスをより簡略化できるとともに、装置の小型化と高画質化を両立させた画期的な画像形成方法を提供することが出来る。

【0077】

【実施例】

次に、実施例、試験例により、本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらに制約されるものではない。

【0078】

以下の実施例、比較例におけるトナーの粒径および帯電量は、イースパートアナライザ（登録商標）model EST-3 型（ホソカワミクロン社製）を用い、以下の操作手順によって行った。

【0079】

<イースパートアナライザによる測定手順>

- (1) 装置主電源を投入後、装置が安定するまで 30 分待つ。
- (2) 窒素ガスボンベの供給圧を 0.3 MPa にする。データ処理用パーソナルコンピュータ（PC）を立上げ、「ESTWIN902.exe」を起動する。この時、粒径は 60 チャンネルとする。次に、粒径キャリブレーションを行う。
- (3) 定部吸引流量を 0.4 リットル／分に調整する。
- (4) 集塵エア流量を 0.4 リットル／分に調整する。
- (5) ネビュライザーボトルに純水 150 ml、および PSL 分散液を 3 滴加

え、攪拌後、超音波洗浄器に入れ、2分間標準液を分散させる。

(6) ネビュライザーボトルにシリカゲル入りドライヤーと窒素ガス供給管を取り付ける。

(7) キャリブレーションスイッチを入れ、ガス供給が安定するまで30秒間待つ。

(8) ガス圧力を0.08 MPaに調節する。

(9) PCの測定画面のスタートをクリックし、測定を開始する。

(10) 測定終了後、D50カウント、D50ボリュームの値が $3.16 \pm 0.1 \mu\text{m}$ であることを確認する（測定値はPSL標準液の粒径による）。

【0080】

(11) 次に、供給用フードと1成分供給器のノズルをセットし、帯電キャリブレーションを行う。

(12) トナー層を形成した現像ローラを1成分供給器にセットする。

(13) 現像ローラとノズルの距離を4 mmに調整する。

(14) 帯電キャリブレーション測定条件として、吸引流量=0.4リットル/分、集塵流量=0.4リットル/分、インターバル=1秒、ブロー時間=1秒、ガス圧力=0.08 MPa、X軸送りスピード=0.1 mm/秒、電界電圧は印加しない。

(15) 測定画面の「Q/m」が $0 \pm 0.5 \mu\text{C/g}$ であることを確認する。

(16) サンプル測定：

トナー層を形成した現像ローラを、1成分供給器にセットする。測定条件を以下に示す。

現像ローラとノズルの距離4 mm、吸引流量=0.2リットル/分、集塵流量=0.6リットル/分、インターバル=3秒、ブロー時間=1秒、ガス圧力=0.02 MPa、電界電圧=0.1 kV

トータルカウント数は限定されないが、300個以上、3000個以下が好ましい。また、この時、測定後に現像ローラの下地が見えるようにトナーを剥離し、測定することが重要である。

(17) データ処理：

上記方法で測定した、粒径と帯電量の個々のデータを以下のように処理した。

市販のソフトウェア [ここでは、EXCEL (登録商標：マイクロソフト社製) のマクロ機能を使用した] を利用して、粒径は $0\ \mu\text{m}$ ~ $10\ \mu\text{m}$ を $0.5\ \mu\text{m}$ 毎の区分に区切り、 $0\ \mu\text{m}$ 以上 $0.5\ \mu\text{m}$ 未満、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上 $1.0\ \mu\text{m}$ 未満・・・ (以降、同様) とし、表示としては $0\ \mu\text{m}$ 以上 $0.5\ \mu\text{m}$ 未満の区分を $0.25\ \mu\text{m}$ 、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上 $1.0\ \mu\text{m}$ 未満の区分を $0.75\ \mu\text{m}$ 、・・・ (以降、同様) とした。

帯電量についても同様に、 $0\ \text{fC}$ 以上 $0.5\ \text{fC}$ 未満、 $0.5\ \text{fC}$ 以上 $1.0\ \text{fC}$ 未満・・・、 $-0.5\ \text{fC}$ 以上 $0\ \text{fC}$ 未満、 $-1.0\ \text{fC}$ 以上 $-0.5\ \text{fC}$ 未満・・・ (以降、同様) とした。表示としては、 0 以上 $0.5\ \text{fC}$ 未満の区分を 0.25 、 $0.5\ \text{fC}$ 以上 $1.0\ \text{fC}$ 未満の区分を 0.75 ・・・とし、 -0.5 以上 $0\ \text{fC}$ 未満の区分を -0.25 、 $-1.0\ \text{fC}$ 以上 $-0.5\ \text{fC}$ 未満の区分を -0.75 ・・・ (以降、同様) とした。

以上のようにして、測定データを整理し、更に各チャンネル内の個数を測定した全個数で除して、個数比率として 3 次元グラフ (図 4 等参照) を作製した。この際、個数が 1 % 未満の区分ものはグラフから除外した。

【0081】

実施例 1

スチレンモノマー 80 重量部、アクリル酸ブチル 20 重量部、およびアクリル酸 5 重量部からなるモノマー混合物を、水 105 重量部、ノニオン系乳化剤 1 重量部、アニオン系乳化剤 1.5 重量部、および過硫酸カリウム 0.55 重量部からなる水溶性混合物に添加し、窒素気流下、 70°C で攪拌を 8 時間行った。重合反応後冷却し、乳白色の粒径 $0.25\ \mu\text{m}$ の樹脂エマルジョンを得た。

【0082】

次に、この樹脂エマルジョン 200 重量部、ポリエチレンワックスエマルジョン (三洋化成工業株式会社製) 20 重量部、およびフタロシアニンブルー 7 重量部を、界面活性剤のドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム 0.2 重量部を含んだ水中へ分散し、ジエチルアミンを添加して pH を 5.5 に調整後攪拌しながら電解質の硫酸アルミニウムを 0.3 重量部加え、次いで TK ホモミキサーで高速

攪拌し、分散を行った。さらに、スチレンモノマー 40 重量部、アクリル酸ブチル 10 重量部、サリチル酸亜鉛 5 重量部を水 40 重量部とともに追加し、窒素気流下で攪拌しながら同様にして 90℃ に加熱し、過酸化水素を加えて 5 時間重合させ粒子を成長させた。重合停止後、会合粒子の結合強度を向上させるため、pH を 5 以上に調整しながら 95℃ に昇温し、5 時間保持した。その後得られた粒子を水洗いし、45℃ で真空乾燥を 10 時間行った。

【0083】

この乳化重合により作製した平均粒径 7 ミクロン、円形度 0.975 のトナー母粒子に大粒径シリカ（日本アエロジル社製：RX50）0.7 重量%、小粒径シリカ（日本アエロジル社製：RX300）1.0 重量%、チタン（チタン工業社製：STT30S）0.5 重量%を加え、小型攪拌器で回転数 2000 rpm、処理時間 2 分の処理を行った。

【0084】

以上のようにして得られたトナーを、図 2 と同様の非接触方式の現像装置において負帯電させた。規制ブレード通過時の搬送量は 0.35 mg/cm^2 とした。この帯電トナー粒子約 3000 個について粒径と帯電量を測定した。その結果を図 4 に示す。図 4 より、トナーの粒径分布の幅 [図 4 中、符号 A（単位 μm ）]、帯電量分布の幅 [同、符号 B（単位 fC）] としたとき、 B/A は 0.7 であった。なお、図 4 では、前記したように $0.5 \mu\text{m}$ 毎の粒径と 0.5 fC 毎の帯電量とにより区画される 1 区分内のトナー粒子個数が全体の 1%（つまり、図 1 では約 30 個）以上のデータのみを対象として集計した。

【0085】

また、粒径と帯電量分布の詳細を表 1 に示す。表 1 より、トナーの粒径分布における最も個数の多い粒径区分 a と、帯電量区分毎の粒径分布における最も個数の多い粒径区分 b との関係は、 $a = 5.25$ （682 個の区分）、 $b = 4.75$ （332 個の区分）となり、 $a > b$ であった。また、本実施例のトナーの場合、表 1 から読み取れるように、逆極性トナーとなる正帯電トナーは、2994 個の中で 123 個となり、4.1% であった。さらに、粒径区分毎の帯電量分布における最も個数の多い帯電量区分のトナー個数は、332 個であり、トナー全体の

1 0 % 以上であった。

【 0 0 8 6 】

【表 1】

	帯電量 (nC)																
	-4.75	-4.25	-3.75	-3.25	-2.75	-2.25	-1.75	-1.25	-0.75	-0.25	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25		
0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
1.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
1.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
2.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
2.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	5	
3.25	0	0	0	0	0	0	0	0	2	13	2	0	0	0	0	17	
3.75	0	0	0	0	0	0	0	0	14	39	9	0	0	0	0	62	
4.25	0	0	0	0	0	0	0	3	27	57	7	0	0	0	0	94	
4.75	0	0	0	0	1	0	1	15	64	85	10	0	0	0	0	176	
5.25	0	0	0	0	1	0	11	96	332	207	26	0	0	0	0	673	
5.75	0	0	0	2	2	2	34	172	280	172	18	0	0	0	0	682	
6.25	0	2	0	2	9	19	52	128	205	101	17	0	0	0	0	535	
6.75	0	3	0	4	22	31	43	132	192	80	14	1	0	0	0	522	
7.25	1	2	2	5	7	10	19	40	51	36	10	2	0	0	0	185	
7.75	0	0	0	1	1	1	1	2	10	5	1	0	0	0	0	22	
8.25	0	0	0	0	1	0	1	3	1	3	0	1	0	0	0	10	
8.75	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2	
9.25	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	3	
9.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	7	2	14	44	64	162	593	1180	804	119	4	0	0	0	2994	

2994

123

プラス個数

帯電量 (nC)

プラス個数 123

【0087】

次に、同様の現像装置を用い、非接触にて、直流成分として $V_{dc} = 300V$ に交流成分として $V_{pp} 1.3Kv$ を重畳して感光体にトナー像形成を行った結果、現像効率 90% 以上で、カブリトナー及び飛散がほとんど発生しない画像形成が可能であった。さらに、図 1 の画像形成装置を用いて画像形成を行ったところ、感光体から中間転写媒体への 1 次転写効率が 99.9% 以上であり、廃トナーの削減とクリーナレス画像形成装置による画像形成（クリーナレスプロセス）を実現することができた。

【0088】

比較例 1

実施例 1 と同じトナー母粒子を用い、外添剤として、1 次粒径 $40nm$ のヘキサメチルジシラザン（以下、「HMD S」と記す）処理したシリカ（日本アエロジル社製；RX50）0.5 重量%、と 1 次粒径 $7nm$ の HMD S 処理シリカ（日本アエロジル社製；RX300）0.5 重量%を用いて実施例 1 と同様の操作でトナーを作製した。

【0089】

このトナーを用いて、実施例 1 と同様に負帯電させた後、粒径分布と帯電量分布を測定した。その結果を図 5 に示す。トナーの粒径分布の幅 A、帯電量分布の幅 B としたとき、 B/A は 1.16 であった。また、このトナーを用いて実施例 1 と同様に現像を行ったところ、実施例 1 の現像条件では現像効率が 50% 以下となってしまい、カブリ及び飛散の発生が認められた。さらに、実施例 1 と同様に感光体からの 1 次転写効率を確認したところ、約 90% と低く、クリーナレスプロセスは実現不可能であり、廃トナーも多くなった。

【0090】

実施例 2

個数平均粒径が $5\mu m$ のトナー母粒子を使用し、外添剤としてチタン（チタン工業社製；STT30S）1.0 重量%のみを用いた以外は実施例 1 と同様にしてトナーを作成した。このトナーについて、実施例 1 と同様に非接触方式の現像装置において負帯電させた。規制ブレード通過時の搬送量は $0.25mg/cm^2$ とした。この帯電トナー粒子約 3000 個について、粒径と帯電量とを測定し

た。その結果を図 6 に示す。図 6 より、トナーの粒径分布の幅 A は 3、帯電量分布の幅 B は 2.2 であり、 B/A は 0.73 であった。また、このトナーを用いて実施例 1 と同様に現像を行ったところ、現像効率は 80% 以上となり、カブリや飛散は発生せず、良好な現像特性を示した。

【0091】

比較例 2

外添剤としてのチタンに替えて小粒径シリカ（日本アエロジル社製；RX300）0.1 重量%のみを用いた以外は実施例 2 と同様にしてトナーを作成した。このトナーを実施例 2 と同様にして負帯電させた。帯電トナー粒子約 3000 個について、粒径と帯電量とを測定した。その結果を図 7 に示す。図 7 より、トナーの粒径分布の幅 A は 2.63、帯電量分布の幅 B は 3.18 であり、 B/A は 1.21 であった。また、このトナーを用いて実施例 2 と同様に現像を行ったところ、現像効率は 30% 以下と低く、カブリや飛散が発生した。

【0092】

実施例 3

トナー母粒子の樹脂として実施例 1 とは異なる樹脂 X を用いた以外は実施例 1 と同様にしてトナーを作成した。このトナーについて、実施例 1 と同様に非接触方式の現像装置において負帯電させた。規制ブレード通過時の搬送量は 0.35 mg/cm^2 とした。この帯電トナー粒子約 3000 個について、粒径と帯電量とを測定した。その結果を図 8 に示す。図 8 より、トナーの粒径分布の幅 A は 3.25、帯電量分布の幅 B は 3.17 であり、 B/A は 0.98 であった。

【0093】

また、粒径と帯電量分布の詳細を表 2 に示す。表 2 より、逆極性トナーとなる正帯電トナーは 2992 個の中で 47 個となり、1.6% であった。

【0094】

【表 2】

		帯電量 (fC)																
		-4.75	-4.25	-3.75	-3.25	-2.75	-2.25	-1.75	-1.25	-0.75	-0.25	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25		
電圧 (V)	0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
	2.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	2.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3.25	0	0	0	0	0	0	0	0	3	8	0	0	0	0	0	0	
	3.75	0	0	0	0	0	0	2	12	3	1	0	0	0	0	0	11	
	4.25	0	0	0	0	0	0	2	15	35	22	10	0	0	0	0	18	
	4.75	0	0	0	0	2	8	66	187	199	83	18	0	0	0	0	85	
	5.25	0	1	1	0	7	33	114	231	158	78	7	0	0	0	0	553	
	5.75	0	0	0	3	18	66	110	137	136	42	1	1	0	0	0	630	
	6.25	2	2	12	21	40	81	107	177	155	27	4	0	0	0	0	514	
	6.75	4	4	11	14	19	46	113	125	66	19	2	1	0	0	0	628	
	7.25	4	1	3	0	5	9	34	25	8	5	0	0	0	0	0	424	
7.75	0	0	0	1	1	5	4	9	1	0	0	0	0	0	0	94		
8.25	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21		
8.75	0	0	2	2	0	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2		
9.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10		
9.75	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		10	8	29	41	94	252	551	908	765	287	44	2	0	0	0	2992	
																	2992	
																	プラス個数	47

プラス個数 47

【0095】

また、このトナーを用いて実施例 1 と同様に現像を行ったところ、現像効率は 80% 以上となり、カブリや飛散は発生せず、良好な現像特性を示した。

【0096】

比較例 3

実施例 3 と同様の樹脂 X を母粒子に含むトナーについて、実施例 3 と同様に非接触方式の現像装置において負帯電させた。ただし、規制ブレード通過時の搬送量は 0.6 mg/cm^2 とした。この帯電トナー粒子約 3000 個について、粒径と帯電量とを測定した。その結果を図 9 に示す。図 9 より、トナーの粒径分布の幅 A は 2.75、帯電量分布の幅 B は 3.8 であり、 B/A は 1.39 であった。

【0097】

また、粒径と帯電量分布の詳細を表 3 に示す。表 3 より、逆極性トナーとなる正帯電トナーは 2994 個の中で 175 個となり、5.8% であった。

【0098】

【表 3】

	帯電量 (fC)															
	-4.75	-4.25	-3.75	-3.25	-2.75	-2.25	-1.75	-1.25	-0.75	-0.25	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25	
0.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
1.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
2.25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	2	0	0	0	0	6
2.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	1	0	0	6
3.25	0	0	0	0	0	0	0	3	8	11	4	1	0	0	0	27
3.75	0	0	0	0	0	3	8	17	14	10	7	3	0	0	0	62
4.25	0	0	1	1	7	8	27	33	21	20	11	4	0	0	0	133
4.75	0	2	10	17	61	84	110	98	140	129	63	5	0	0	0	719
5.25	1	12	25	31	50	47	59	150	212	171	41	4	0	1	0	804
5.75	3	5	6	16	21	32	72	168	186	66	9	0	0	0	0	584
6.25	4	3	2	10	16	38	79	132	119	36	10	1	0	0	0	450
6.75	0	0	1	2	4	24	35	41	26	10	1	1	0	0	0	145
7.25	0	0	0	0	2	6	13	8	5	3	1	1	0	0	0	39
7.75	0	0	1	0	1	4	2	4	1	2	0	0	0	0	0	15
8.25	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	22	46	77	163	246	405	655	732	465	152	21	1	1	0	2994

(μm) 総 数

プラス回数 175

【0099】

また、このトナーを用いて実施例 1 と同様に現像を行ったところ、現像効率は 40%以下で、カブリや飛散が発生した。

【0100】

以上、本発明を種々の実施形態に関して述べたが、本発明は上記実施形態に制約されるものではなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で、他の実施形態についても適用可能である。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 本発明現像方法に使用可能な画像形成装置の例を示す図面。
- 【図 2】 本発明現像方法に使用可能な現像装置の例を示す図面。
- 【図 3】 本発明現像方法に使用可能な画像形成装置の別の例を示す図面。
- 【図 4】 実施例 1 の粒径一帯電量分布を示す図面。
- 【図 5】 比較例 1 の粒径一帯電量分布を示す図面。
- 【図 6】 実施例 2 の粒径一帯電量分布を示す図面。
- 【図 7】 比較例 2 の粒径一帯電量分布を示す図面。
- 【図 8】 実施例 3 の粒径一帯電量分布を示す図面。
- 【図 9】 比較例 3 の粒径一帯電量分布を示す図面。

【符号の説明】

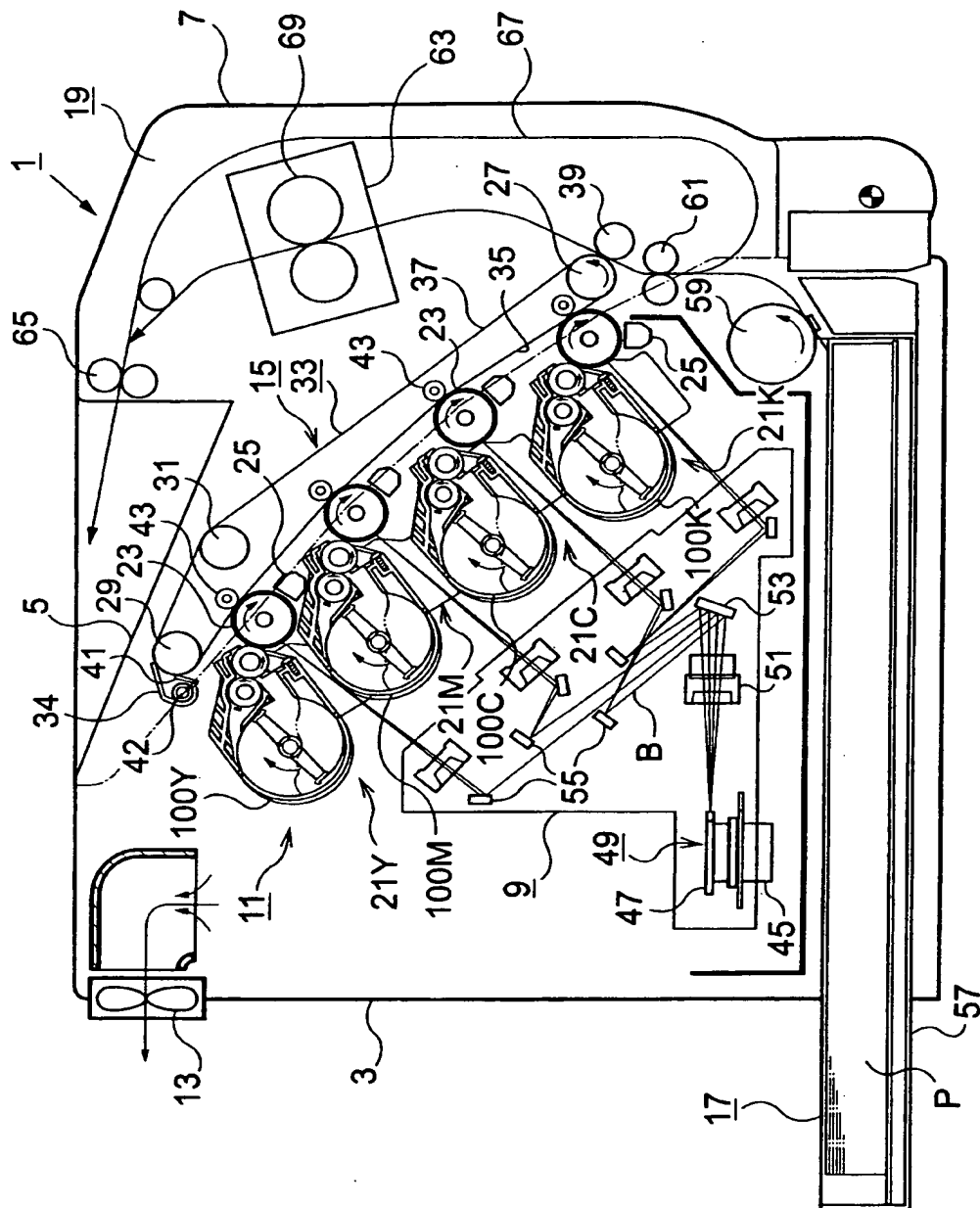
- 1 画像形成装置、11 画像形成ユニット、21 画像形成ステーション、
- 23 感光ドラム、25 コロナ帯電手段、100 現像装置、
- 101 トナー収容部、103 ハウジング、105 供給ローラ、
- 107 現像ローラ、109 規制ブレード、111 板バネ部材、
- 112 弾性部材、113 トナー、114 トナーの上面、
- 115 シール部材、119 アジテータ、123 攪拌フィン
- 125 トナー収容部の内周面と攪拌フィンとの間の領域
- 127 規制ブレードが現像ローラの周面に当接している箇所
- 129 トナー案内面、131 トナー案内空間部、
- 133 トナーガイド部材、
- 134 供給ローラから離れた側のトナーガイド部材の端部、
- 135 スクレーパ、137 平坦搬送部、139 トナーの一時貯留部、

1 4 1 湾曲部、1 4 3 当接部、1 4 7 シール側壁、
1 4 9 当接シート、1 5 3 シャッター部材、
1 5 5 トナー量監視センサ、1 5 7 コイルバネ、
1 5 9 ソレノイド弁、1 6 1 回動支点、1 6 3 回転軸、
A 粒径分布、B 帯電量分布

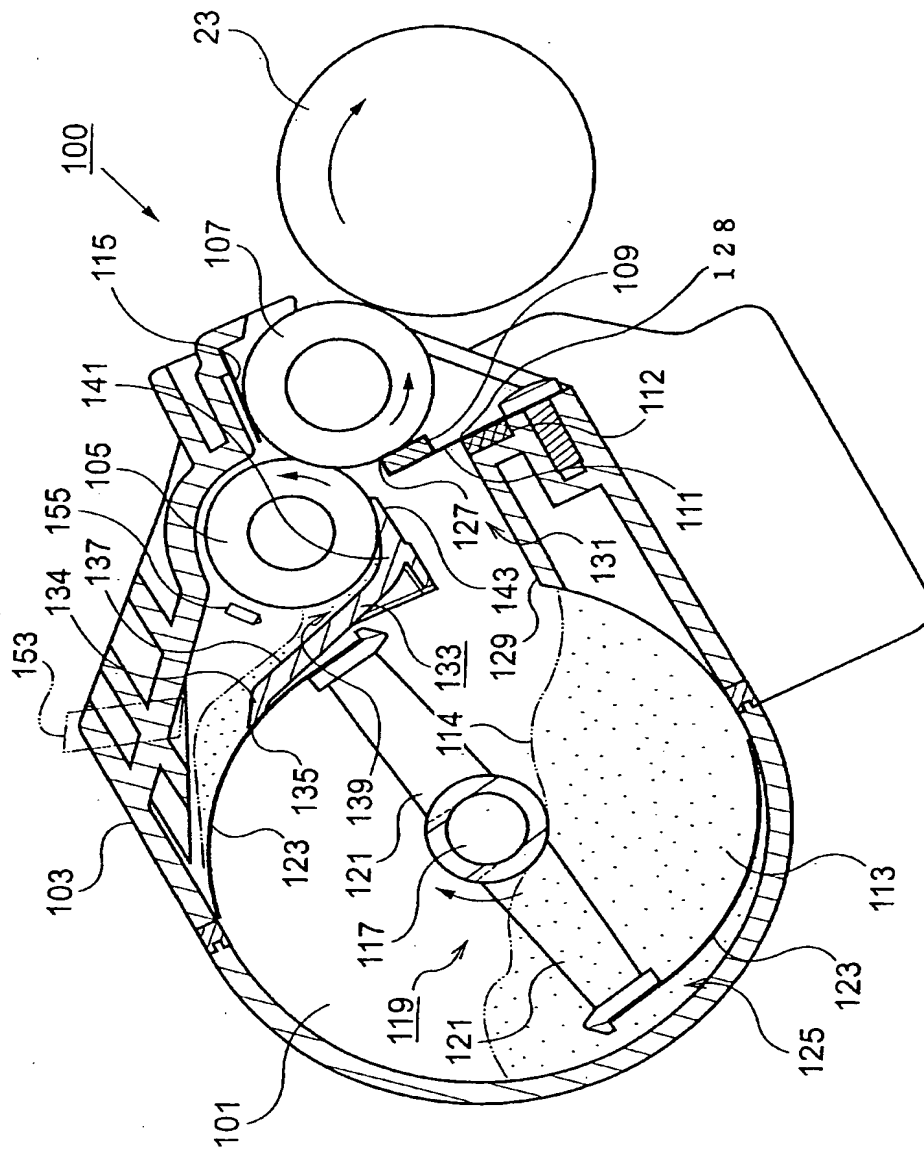
【書類名】

図面

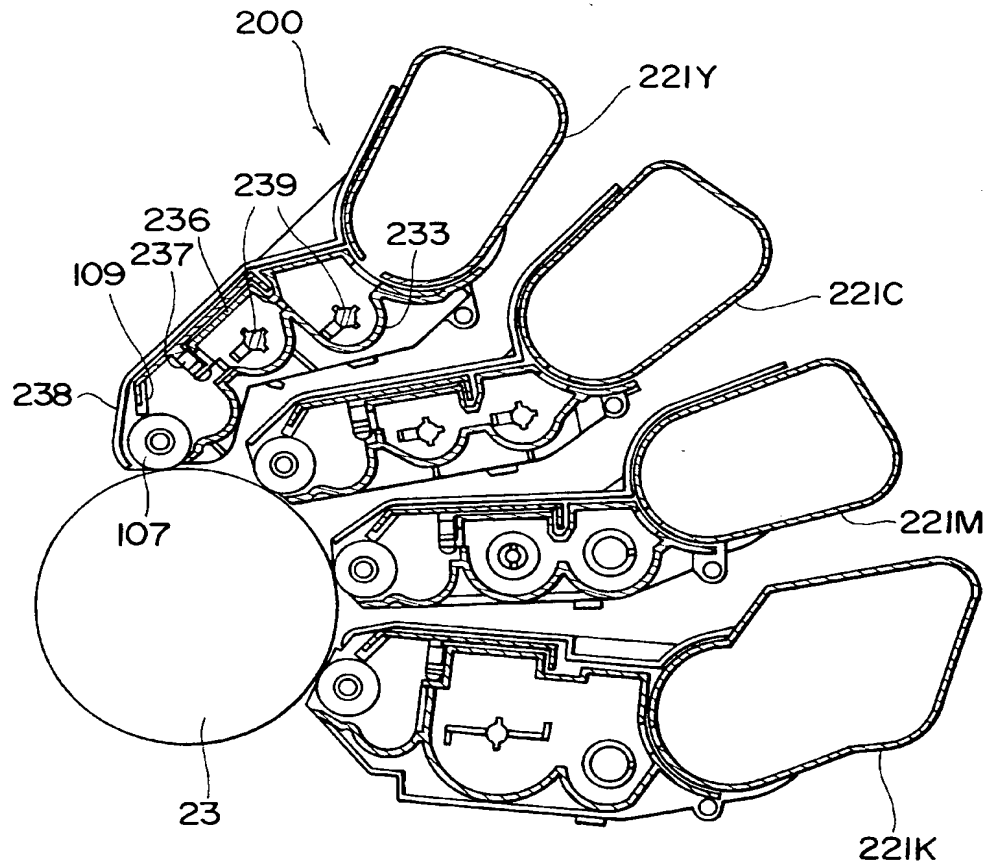
【図 1】



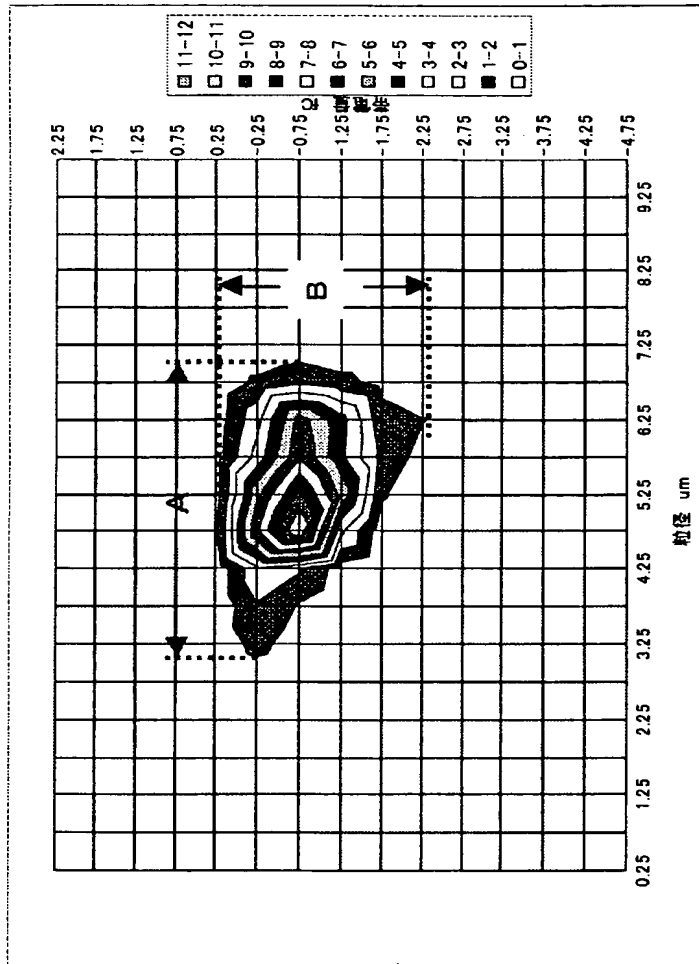
【図 2】



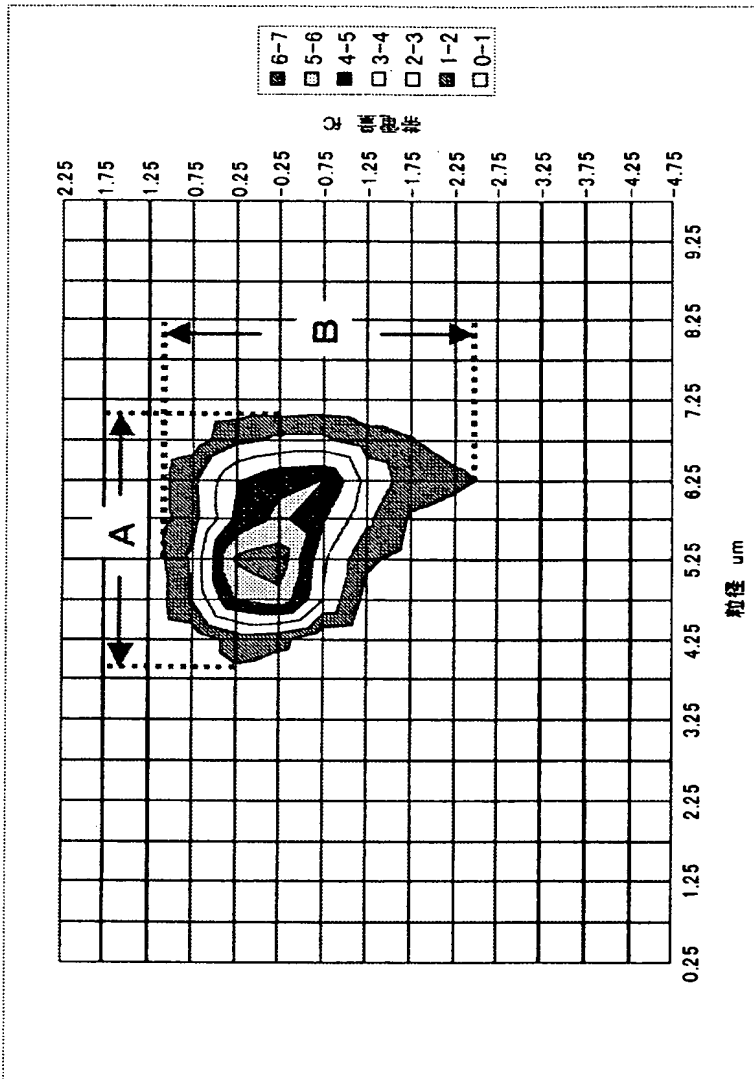
【図 3】



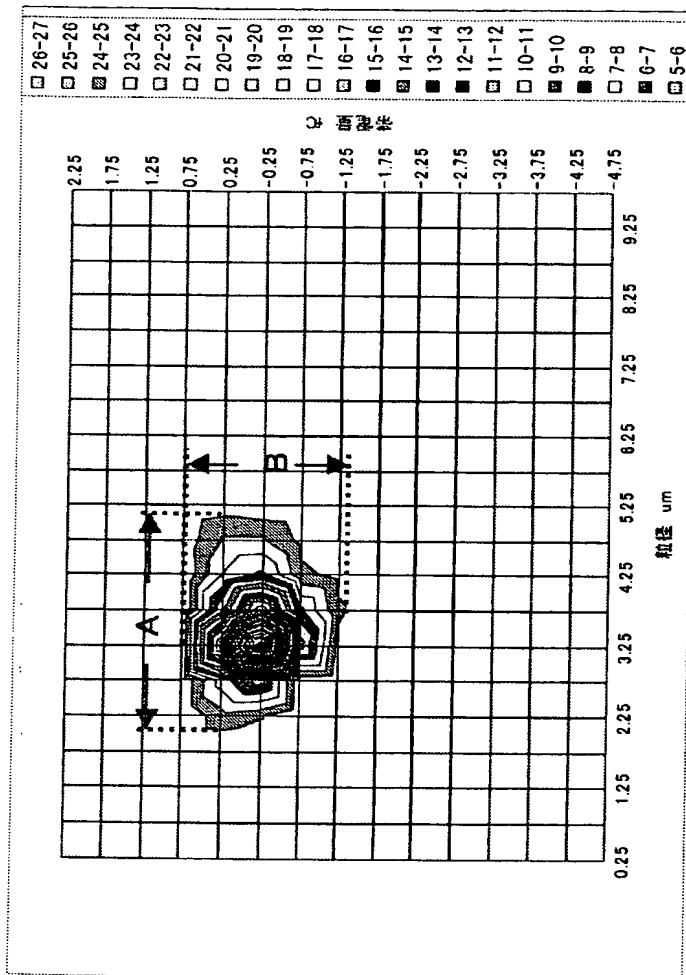
【図 4】



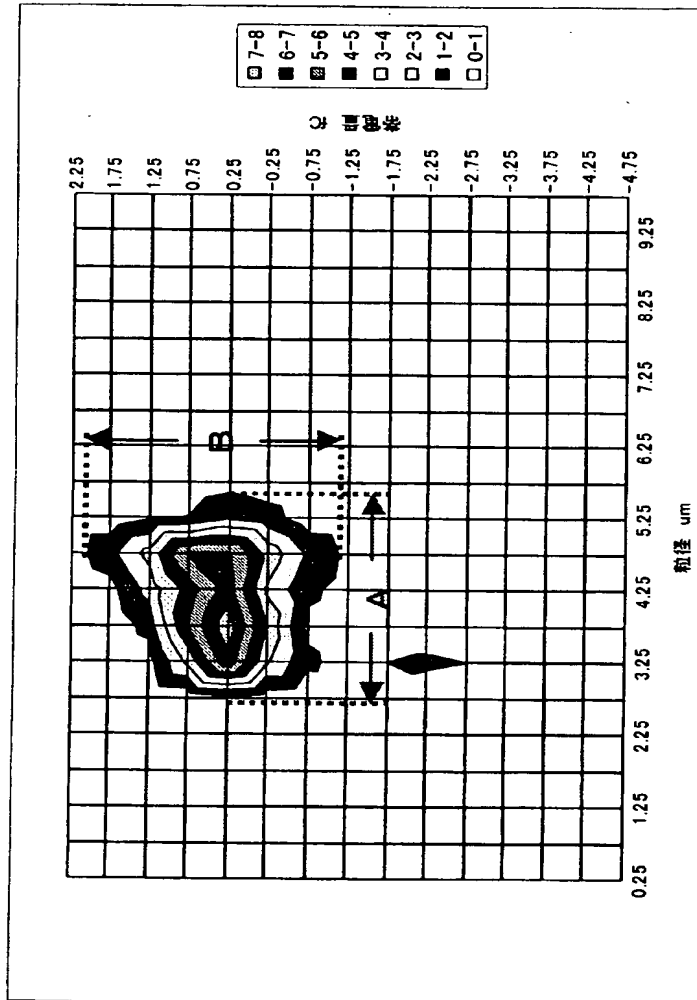
【図 5】



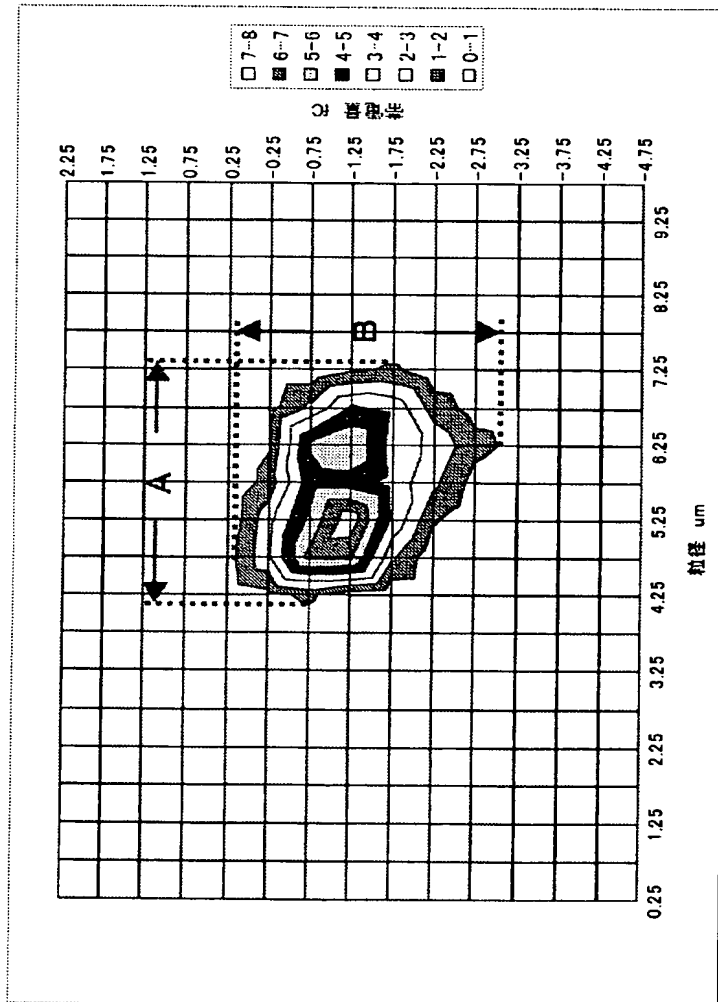
【図 6】



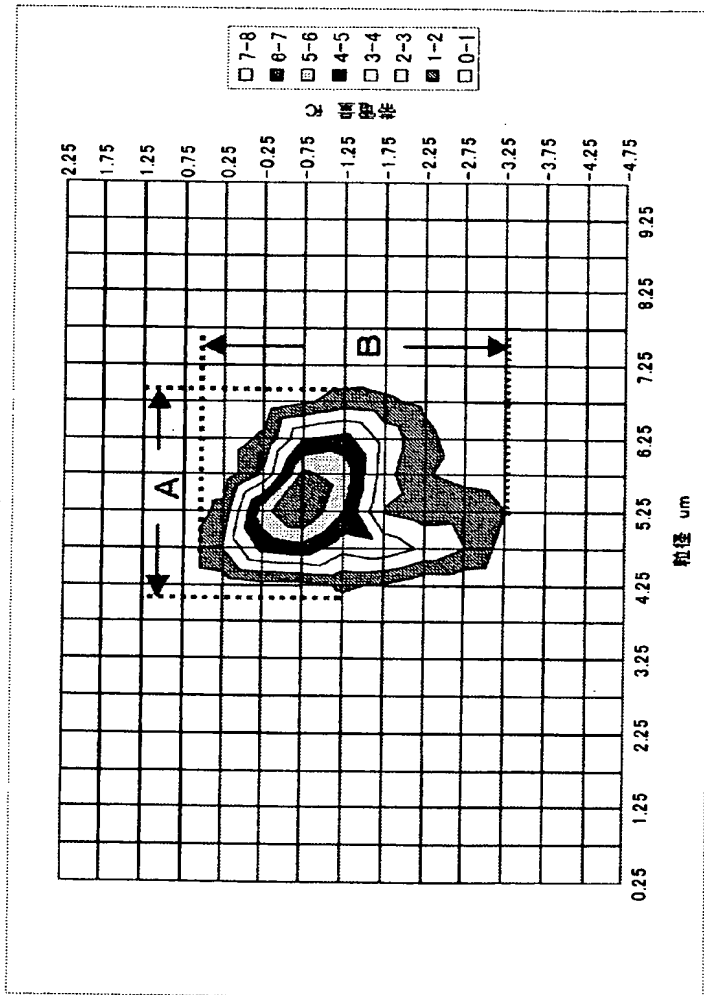
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 不均一トナーによるカブリ、飛散、転写ちり等の問題を少なくし、転写効率を高め、クリーナレス化、廃トナーの低減を可能にすること。

【解決手段】 現像剤担持体に担持された一成分非磁性トナーを、規制部材により押圧規制して帯電させた後、像担持体上に形成された静電潜像に付与してトナー像として可視像化する現像方法において、規制部材により押圧規制された後の一成分非磁性トナーについて、音響緩和セル内の振動場においてレーザードップラー法により個々のトナー粒子の粒径と帯電量を測定した場合に、一成分非磁性トナーの粒径分布の幅を A [μm]、一成分非磁性トナーの帯電量分布の幅を B [fC] としたとき、 B/A が 1 以下となるように制御する。

【選択図】 図 4

特願 2 0 0 2 - 2 8 2 8 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社